

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki banyak potensi bencana, salah satunya adalah banjir. Daerah tangkapan air yang seharusnya mampu menampung air hujan justru mengalami ketidakseimbangan akibat intervensi manusia. Meningkatnya intervensi manusia terhadap alam akan meningkatkan potensi bahaya terhadap ekosistem (Hazarika dkk, 2015). Pola penggunaan lahan yang sembarangan membuat kestabilan alam terganggu. Alih fungsi lahan dari yang sebelumnya kawasan lindung atau penyangga menjadi kawasan budidaya tanpa mengindahkan aturan-aturan yang ada telah menyebabkan banyak terjadi bencana banjir. Tidak hanya di daerah hilir di dataran rendah, banjir pun dapat terjadi di daerah hulu yang seharusnya aman dari bencana banjir. Kerusakan di daerah hulu akan menyebabkan banyak kerugian hingga ke daerah hilir, terutama jika daerah tersebut merupakan kawasan-kawasan yang memiliki nilai penting bagi suatu perkotaan. Kerentanan di kawasan perkotaan semakin meningkat apabila daerah tersebut memiliki konsentrasi penduduk yang tinggi dan terdapat banyak aset-aset penting (Diakakis dkk, 2016).

Menurut Tingsanchali (2011) banjir di perkotaan bisa dikelompokkan menjadi banjir yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, banjir karena meluapnya sungai, atau banjir karena gelombang tinggi dan badai. Banjir terjadi di sepanjang daerah aliran sungai, dataran rendah, atau daerah yang memiliki sistem drainase yang jelek yang bisa disebabkan oleh cuaca ekstrem dan aktivitas manusia (Utami dkk, 2014). Kawasan perkotaan biasanya berada di dataran rendah atau daerah yang datar sehingga sangat mudah terkena oleh banjir. Meningkatnya jumlah populasi dan perencanaan pembangunan kota yang kurang bagus akan menambah tinggi potensi kerugian akibat bencana. Dalam beberapa kasus, banjir terkadang membawa material berat seperti batu dan kayu dengan kecepatan tinggi. Peristiwa ini disebut dengan banjir bandang. Banjir bandang merupakan salah satu bencana alam yang paling merusak di dunia. Secara global terjadi 5000 kematian per tahun akibat bencana ini. Belum lagi menghitung kerusakan material seperti infrastruktur, properti, pertanian, dan lainnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir bandang antara lain lokasi, topografi, dan kondisi iklim di tempat tersebut (Azmeri dkk, 2016).

Peraturan pembangunan yang disusun oleh pemerintah telah mengatur jika kawasan di sepanjang aliran sungai merupakan kawasan yang perlu diperhatikan saat membangun karena akan berdampak pada fisik sungai itu sendiri. Seperti yang diatur dalam Permen PUPR Nomor 28/PRT/M/2015 Tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau. Dalam

peraturan tersebut disebutkan jika keberadaan sempadan sungai berfungsi sebagai pelindung kawasan sungai tersebut. Hal inilah yang kurang diperhatikan ketika melakukan pembangunan dimana banyak sekali kawasan sempadan sungai yang seharusnya steril dari aktivitas pembangunan justru dijadikan lahan permukiman. Alhasil ketika bencana terjadi seperti banjir atau banjir bandang, dampaknya langsung dirasakan oleh masyarakat yang bertempat tinggal di bantaran sungai tersebut. Pada faktanya, lingkungan perkotaan tergolong lebih rentan terhadap banjir bandang karena kurangnya infiltrasi pada lahan terbangun sehingga memperbesar volume dan kecepatan limpasan air (Spitalar dkk, 2014).

Keberadaan DAS (Daerah Aliran Sungai) sebagai suatu bentang alam yang terdiri dari sungai dan anak-anaknya perlu mendapat perhatian lebih saat melakukan aktivitas pembangunan. Dalam UU No 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang disebutkan bahwa kawasan hulu suatu daerah aliran sungai merupakan bagian dari kawasan lindung nasional. Kawasan ini dibatasi pemanfaatannya dikarenakan fungsi utamanya sebagai pelindung kelestarian lingkungan hidup yang mencakup sumber daya alam dan sumber daya buatan. Fungsi inilah yang seringkali dilupakan sebagian orang sehingga sering ditemukan kasus bencana banjir atau banjir bandang yang disebabkan ketidakstabilan dari ekosistem DAS di tempat itu. Perubahan fisik yang terjadi di DAS akan berpengaruh langsung terhadap kemampuan retensi (kemampuan menahan air di hulu) DAS terhadap banjir (Maryono, 2005). Perubahan tutupan lahan, misalnya yang dari semula berupa hutan menjadi perkebunan atau lahan terbangun akan membuat retensi DAS ini turun. Ketika hujan datang, DAS sebagai daerah tangkapan air tak mampu menampung curah hujan yang ada. Akhirnya air mengalir ke sungai terus ke hilir dengan debit yang besar tanpa ditampung sebagian terlebih dahulu. Sementara itu banyaknya lokasi permukiman di sepanjang bantaran sungai ditambah dengan curah hujan di Indonesia yang tergolong cukup tinggi membuat potensi bencana dan potensi kerugian yang ditimbulkan saat bencana terjadi menjadi besar.

Banyak kota-kota besar di Indonesia berada di daerah yang rawan banjir dan banjir bandang, salah satunya adalah kota Padang. Salah satu sungai besar yang melintasi kota ini adalah Batang Kuranji. DAS Batang Kuranji merupakan salah satu DAS yang terletak di kota Padang dan sering mengalami banjir, terutama di musim penghujan. Bahkan tak jarang peristiwa banjir bandang terjadi di DAS ini. Banjir bandang atau lebih dikenal dengan *galodo* di Sumatera Barat tercatat terjadi setidaknya sebanyak lima kali, yakni di tahun 1988, 2000, 2008, dan dua kali di tahun 2012. Terakhir kali banjir bandang melanda kawasan ini adalah pada tanggal 13 September 2012 (Sumber: *DetikNews*, 2012). Dampak yang dialami kota Padang saat bencana itu terjadi sangat besar. Saat kejadian banjir bandang tanggal 24 Juli 2012, setidaknya 6 kecamatan terdampak bencana banjir bandang ini, yaitu kecamatan Pauh, kecamatan Kuranji, kecamatan Nanggalo, kecamatan Padang Timur, kecamatan Lubuk Begalung, dan kecamatan Lubuk Kilangan. Air bah

datang dari hulu Batang Kuranji yang berasal dari pegunungan Bukit Barisan. Rumah-rumah dalam radius 100 meter dari sungai tergenang air dan dihantam material berupa batu dan kayu. Ketinggian air bervariasi mulai dari sepinggang orang dewasa hingga mencapai 2,5 meter. Kerugian materi pada kejadian banjir bandang pada 24 Juli 2012 tak kurang dari Rp 263,9 Miliar berdasarkan perhitungan tim penanggulangan bencana (Sumber: *Minangkabaunews*, 2012). Sedangkan kerugian untuk banjir bandang tanggal 12 September 2012 tak kalah besarnya. Banjir bandang kedua ini masih melanda daerah yang sama walau tidak separah kejadian sebelumnya. Air merendam ratusan rumah-rumah penduduk hingga ketinggian satu meter. Memang tidak tercatat ada korban jiwa, namun efek yang ditimbulkan dari dua kejadian banjir bandang ini sangat merusak dan merugikan.

Kerusakan lingkungan berupa alih fungsi lahan secara sembarangan dari kawasan lindung menjadi kawasan budidaya dan pemanfaatan lahan yang tidak benar di sepanjang DAS Batang Kuranji memicu terjadinya banjir bandang dan dampak yang dirasakan cukup parah. Ketika bencana banjir bandang terjadi, selalu membawa material berupa kayu-kayu. Kawasan hulu Batang Kuranji terletak di pegunungan bukit Barisan yang merupakan kawasan lindung. Aktivitas penebangan telah berlangsung sejak tahun 1950-an. Pembukaan lahan ini membuat banyak ditemukan kayu-kayu hasil penebangan di bantaran sungai di bagian hulu. Selain itu juga terdapat aktivitas galian C berupa pasir, batu, dan kerikil di sungai ini, seperti yang ditemukan di kecamatan Pauh dan kecamatan Kuranji. Masyarakat yang berprofesi sebagai penambang mengikis tebing-tebing sungai demi mendapatkan pasir, batu, dan kerikil dari sungai ini. Padahal kegiatan ini dapat membuat struktur dari sungai menjadi tidak stabil dan apabila terjadi banjir bandang akan memperparah dampaknya. Akibatnya tentu banjir yang terjadi tidak hanya di bagian hulu sungai tetapi juga akan mengalir ke kawasan perkotaan yang padat penduduk di daerah yang lebih rendah. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk melihat bagaimana kondisi lahan di sepanjang DAS dan riwayat bencana yang telah terjadi serta tindakan apa yang perlu dilakukan agar lahan di sepanjang DAS Batang Kuranji bisa dimanfaatkan dengan benar dan jika terjadi bencana kerugian dapat diminimalisir. Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, seperti yang dilakukan Utama dan Naumar (2015), Pelly dkk (2013), Istijiono dkk (2013) dan Sahara dkk (2013), yang dibahas baru sebatas pemetaan kawasan rawan bencana dan mitigasi bencananya. Penelitian kali mencoba mengaitkan antara faktor-faktor penyebab dengan kejadian bencana banjir bandang serta pemodelan bencana yang mungkin terjadi di masa depan. Pemanfaatan analisis SIG, penginderaan jauh, dan dibantu analisis hidrologi mempermudah penelitian untuk melakukan analisis dan memberikan hasil yang lebih baik dalam membuat permodelan hubungan perubahan tutupan lahan di kawasan sepanjang DAS Batang Kuranji terkait potensi bencana yang tersimpan di dalamnya.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan terkait bencana tidak hanya disebabkan langsung dari alam, namun juga dari hasil campur tangan manusia. Pola pemanfaatan lahan di suatu wilayah dapat mempengaruhi keseimbangan alam di tempat tersebut atau wilayah lain yang terkait dengannya. DAS merupakan satu kesatuan bentuk fisik alam yang pengelolaannya harus terkait satu sama lain. Pada umumnya DAS terletak pada lintas administrasi sehingga butuh tanggung jawab dari semua yang terlibat di dalamnya. Fungsi DAS antara lain sebagai kawasan lindung dan daerah tangkapan air yang seringkali terlupakan seiring dengan berjalannya pembangunan kota. Sering ditemukan terjadinya alih fungsi lahan dikarenakan pemanfaatan sumberdaya di tempat tersebut. Padahal pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap potensi bencana, khususnya banjir, sangat besar. Air hujan cenderung bergerak lebih cepat pada daerah terbuka dan memiliki koefisien *run-off* yang besar. Banjir pada area yang berbukit akan memiliki aliran air yang cepat dan berenergi besar sehingga membuat permukaan tanah tererosi, sementara banjir pada daerah yang datar dapat merendam area tersebut dalam waktu lama dan memberikan kerugian besar apabila di daerah tersebut terdapat lahan pertanian atau merupakan kawasan perkotaan (Halounova dan Holubec, 2014). DAS bagian hulu merupakan kawasan dengan ciri khas perbukitan dimana fungsi utamanya sebagai penahan air hujan akan hilang bila tutupan lahan di kawasan tersebut dialihfungsikan. Air yang tak mampu ditahan akan menyebabkan erosi dan limpasan yang masuk ke sungai akan lebih besar daripada seharusnya. Hal inilah yang nantinya akan memicu peristiwa banjir pada daerah di bawahnya. Lebih buruk lagi jika air yang mengalir dari hulu tersebut membawa material sehingga menyebabkan banjir bandang yang jauh lebih merusak.

Pada DAS Batang Kuranji sendiri pun aktivitas alih fungsi lahan di kawasan hulu yang berupa hutan telah berlangsung setidaknya sejak tahun 1950-an. DAS Batang Kuranji telah terkenal sering mengalami peristiwa banjir, terutama di musim penghujan. Tidak hanya itu, peristiwa banjir bandang telah terjadi beberapa kali yang membuat kerugian besar bagi kota Padang. Penyebab utama berdasarkan temuan Walhi adalah adanya kerusakan ekosistem dari hulu hingga hilir Sungai Batang Kuranji (Sumber: *BeritaSatu.com*, 2012). Kerusakan bagian hulu yang terjadi disebabkan oleh pembalakan liar selama puluhan tahun. Sering ditemukan kayu-kayu hasil penebangan yang menumpuk di bagian hulu. Tercatat 20% dari 12.000 hektar hutan di kota Padang telah mengalami kerusakan (Sumber: *Mongabay.co.id*, 2012). Kerusakan DAS Batang Kuranji juga terjadi di bagian tengah dan hilir. Pada bagian tengah DAS terjadi alih fungsi lahan menjadi lahan permukiman. Pola pertumbuhan fisik kota Padang yang berkembang ke arah timur membuat kawasan ini mengalami penambahan luas lahan terbangun. Selain itu juga ditemukan aktivitas galian C berupa pasir, batu, dan kerikil yang menggerus badan dan tebing sungai Batang Kuranji. Umumnya

masyarakat yang bekerja di sektor ini tidak tahu jika tindakan mereka merusak sungai dan meningkat resiko jika banjir bandang terjadi.

Penyebaran permukiman di kawasan DAS Batang Kuranji banyak yang berada di pinggir sungai dimana seharusnya area ini termasuk sempadan sungai yang tergolong kawasan lindung. Hal ini berlangsung hingga ke bagian hilir sungai yang lebih padat penduduk. Hasilnya saat banjir atau banjir bandang yang menerjang DAS Batang Kuranji langsung menghantam kawasan-kawasan ini. Oleh karena itu diperlukan analisis pemanfaatan lahan di sepanjang DAS agar terciptanya kawasan yang tertata dan selaras dengan alam. Gabungan analisis citra satelit penginderaan jauh, sistem informasi geografis, analisis hidrologi, analisis potensi kebencanaan, serta analisis kebijakan pembangunan digunakan untuk mengetahui bagaimana permodelan hubungan pemanfaatan lahan dengan adanya potensi bencana banjir bandang ini disusun nantinya. Berdasarkan gambaran permasalahan yang telah diuraikan diatas maka pada fokus pertanyaan penelitian kali ini adalah *“seperti apakah hubungan antara perubahan tutupan lahan, dan kondisi fisik di kawasan DAS Batang Kuranji terkait potensi bencana banjir bandang yang ada”*.

1.3 Tujuan dan Sasaran

1.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk membuat permodelan hubungan pemanfaatan lahan di sepanjang DAS Batang Kuranji dengan potensi bencana banjir bandang berbasis sistem informasi geografis dan penginderaan jauh serta dibantu oleh analisis tambahan seperti analisis hidrologi.

1.3.2 Sasaran Penelitian

Pada penelitian kali ini, sasaran yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

1. Analisis perubahan penutupan lahan lewat klasifikasi tak terbimbing citra satelit Landsat tahun 2000, 2008, 2012, 2016;
2. Analisis kawasan rawan bencana banjir dengan melihat aspek fisik DAS dan aktivitas manusia di kawasan DAS;
3. Analisis hidrologi lewat perhitungan curah hujan rencana, identifikasi profil sungai, dan pengukuran debit banjir rencana;
4. Pemodelan hubungan perubahan tutupan lahan dengan prediksi genangan banjir bandang di sepanjang DAS Batang Kuranji.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

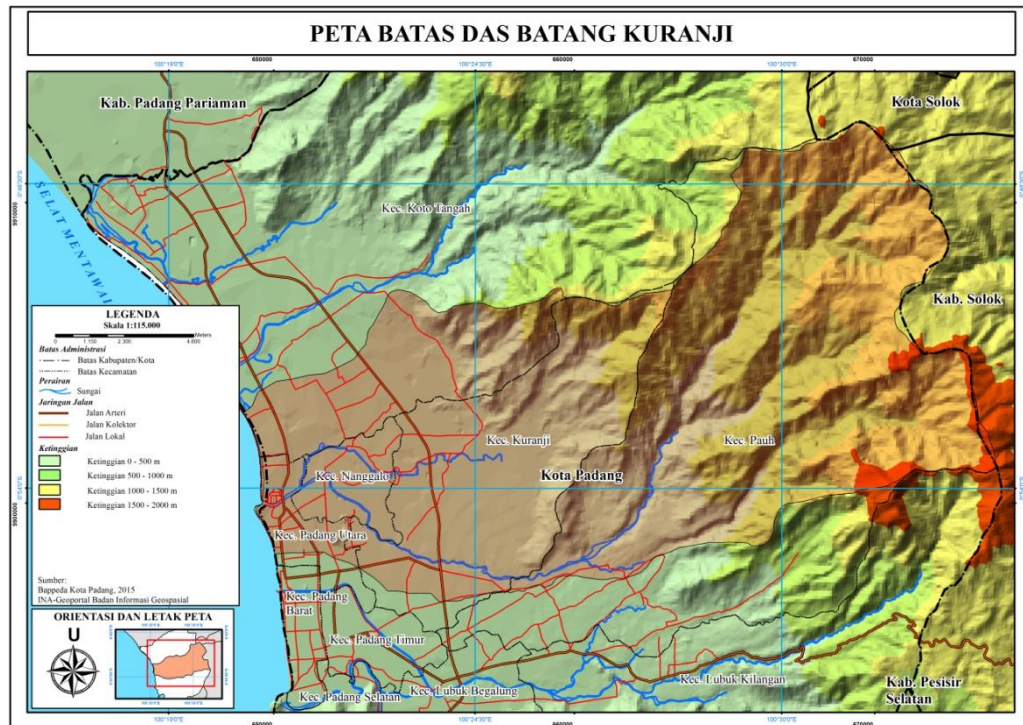
1.4.1 Ruang Lingkup Materi

Ruang lingkup materi yang berkaitan dengan penelitian kali ini antara lain:

1. Perubahan tutupan lahan di kawasan DAS Batang Kuranji antara tahun 2000, 2008, 2012, dan 2016 lewat analisis citra satelit;
2. Penentuan kawasan rawan banjir bandang berdasarkan faktor-faktor penyebab yang terdiri dari kelerengan, curah hujan, jenis tanah, tutupan lahan, dan jarak dari sungai;
3. Perhitungan curah hujan rencana, debit rencana dalam kurun waktu tertentu, dan prediksi genangan banjir dimana data luas tutupan lahan dihitung hingga periode ulang 10 tahun dengan menggunakan data hasil proyeksi tahun 2000, 2008, 2012 dan 2016. Debit yang dihitung dianggap sama untuk semua bagian sungai karena keterbatasan data;
4. Pembuatan profil sungai (saluran utama, tanggul sungai, bantaran sungai) dari citra DEM;
5. Pembuatan model hubungan antara perubahan tutupan lahan dengan potensi bencana banjir bandang.

1.4.2 Ruang Lingkup Wilayah

Lokasi penelitian berada di kawasan DAS Batang Kuranji, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Batang Kuranji merupakan salah satu sungai utama yang melintasi kota Padang. DAS Batang Kuranji adalah bagian dari Wilayah Sungai Indragiri-Akuaman. Total luas DAS adalah 219,46 km² dimana terdapat 5 sub-DAS yang tergabung di dalamnya, yaitu sub DAS Batang Sapih, sub DAS Batang Danau Limau Manih, Sub DAS Batang Sungkai, sub DAS Batang Tindawan, dan sub DAS Batang Padang Jariah. DAS Batang Kuranji berhulu di pegunungan Bukit Barisan di ketinggian 1605 di atas permukaan laut dengan panjang sungai utama adalah 32,41 km. Panjang total sungai beserta anak sungainya adalah 274,75 km yang melalui kawasan hutan, kawasan pertanian dan perkebunan, dan kawasan permukiman yang sebagian adalah padat penduduk. Curah hujan di kawasan DAS Batang Kuranji berkisar antara 3500-4000 mm/tahun dimana tergolong cukup tinggi.



Sumber: BAPPEDA Kota Padang

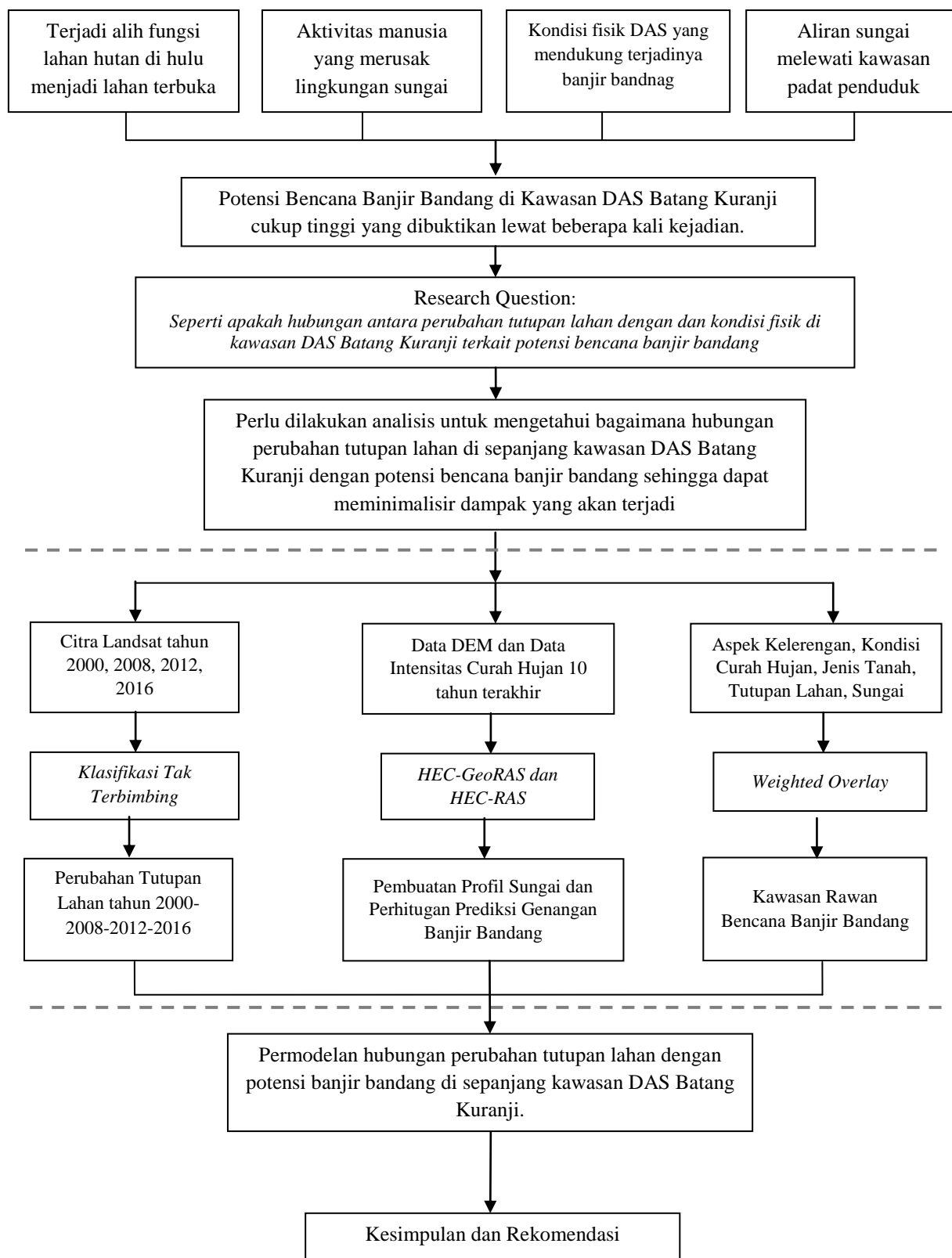
GAMBAR 1.1
PETA DAS BATANG KURANJI

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diambil dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Sebagai sarana untuk mengembangkan ilmu yang telah didapat selama perkuliahan di bidang perencanaan wilayah dan kota, terutama bidang Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh;
2. Sebagai dasar pertimbangan bagi pemerintah kota Padang dalam penentuan kebijakan pembangunan terkait pemanfaatan lahan di sepanjang kawasan DAS Batang Kuranji;
3. Sebagai bahan referensi masyarakat untuk mengkaji permasalahan serupa di masa mendatang.

1.6 Kerangka Pikir



Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2017

GAMBAR 1.2
KERANGKA PIKIR

1.7 Metode Penelitian

1.7.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif adalah pendekatan yang melakukan penyelidikan terhadap suatu permasalahan yang terjadi yang didasarkan pada pengujian teori yang tersusun dari variabel-variabel yang diukur oleh angka-angka yang selanjutnya dianalisis menggunakan cara statistik (Burhanudin, 2010). Dalam penelitian kali ini, data-data yang ada berbentuk data angka yang kemudian diolah melalui analisis statistik lewat analisis distribusi frekuensi, dan analisis spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan penginderaan jauh.

1.7.2 Metode Penelitian

Secara umum, metode penelitian merupakan suatu cara yang dilakukan untuk mendapatkan data-data dan kemudian mengolahnya agar dapat mendapatkan informasi yang diinginkan dari suatu penelitian. Menurut Ismail (2009), metode penelitian menggambarkan tahapan dari penelitian yang meliputi cara penentuan variabel penelitian, perhitungan, dan kemudian analisis variabel untuk menjawab permasalahan yang diajukan dalam penelitian tersebut. Metode dalam penelitian ini terdiri dari teknik pengumpulan data, teknik analisis, dan teknik penyajian hasil penelitian. Pengumpulan data terdiri dari pengumpulan data primer dan sekunder. Adapun teknik analisis terdiri dari analisis perubahan tutupan lahan lewat citra satelit, analisis hidrologi sungai, dan analisis penentuan kawasan rawan bencana. Sedangkan penyajian hasil penelitian ditampilkan dalam bentuk model tiga dimensi yang didapatkan dari analisis variabel-variabel yang digunakan.

1.7.3 Teknik Pengumpulan Data

Keberadaan suatu data merupakan kunci penting untuk memulai penelitian. Data adalah elemen yang harus ada karena data menjadi jalan pembuka untuk mengetahui kondisi di lapangan. Terdapat berbagai jenis data yang cara memperolehnya berbeda-beda. Data yang ada dibagi menurut cara memperolehnya, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data mentah yang langsung didapatkan di lapangan lewat observasi, wawancara, atau kuisioner. Sedangkan data sekunder merupakan data yang didapatkan melalui pihak lain seperti dokumen, literatur, atau data spasial.

A. Teknik Pengumpulan Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan secara langsung dari lapangan. Untuk penelitian ini, data primer yang digunakan adalah data hasil observasi kondisi lapangan, titik-titik sampel, dan foto. Data primer juga termasuk data perubahan tutupan lahan yang didapatkan dari

hasil olahan citra satelit. Penjelasan dari masing-masing tahap pengumpulan data primer adalah sebagai berikut.

- Data Tutupan Lahan

Data tutupan lahan didapatkan dari analisis citra satelit menggunakan Software ErMapper. Citra yang dibutuhkan adalah jenis Landsat dengan tahun yang berbeda-beda, yaitu tahun 2000, 2008, 2012, dan 2016. Analisis dilakukan oleh peneliti sendiri sehingga didapatkan kelas-kelas penutup lahan di DAS Batang Kuranji beserta perubahan luasnya.

- Observasi Lapangan

Observasi berarti melakukan pengamatan langsung di lapangan. Tujuan dilakukannya observasi adalah untuk melihat kondisi riil di wilayah penelitian dan melakukan cek kebenaran data, baik data primer maupun data sekunder, seperti memastikan jenis tutupan lahan, kerusakan sungai, dan lain sebagainya.

- Pengambilan titik sampel

Pengambilan titik sampel diperlukan untuk analisis berikutnya, seperti saat uji ketelitian hasil klasifikasi citra. Tidak semua wilayah DAS yang bisa digunakan karena keterbatasan. Oleh karena itu perlu diambil beberapa sampel yang bisa mewakili kondisi di lapangan.

- Foto

Foto merupakan salah satu instrumen yang diperlukan dalam penelitian karena bisa dijadikan sebagai bukti dari deskripsi serta dapat pula digunakan untuk membantu analisis.

B. Teknik Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapatkan dari sumber lain yang tidak langsung berasal dari pengambilan data di lapangan. Data sekunder yang digunakan antara data citra satelit Landsat kawasan DAS Batang Kuranji dalam empat tahun, data riwayat bencana banjir, data spasial dari instansi seperti BAPPEDA, BPDAS, BWS V Sumatera, Walhi, BPBD, bahan literatur, serta dokumen-dokumen lain yang berkaitan dengan pemanfaatan lahan di kawasan DAS Batang Kuranji. Penjelasan dari masing-masing pengumpulan data sekunder adalah sebagai berikut.

- Mengunduh Citra Satelit Landsat

Citra satelit seperti Landsat tersedia secara gratis sehingga mudah diperoleh untuk berbagai keperluan. USGS atau Badan Geologi Amerika Serikat menyediakan berbagai jenis citra Landsat seperti landsat TM, ETM, atau OLI/TIRS, yang tersedia dalam beberapa tahun perekaman.

- Pengambilan Data dari Instansi

Beberapa kebutuhan data tidak bisa didapatkan melalui survey primer atau lewat internet. Selain itu data-data yang dipublikasikan kepada masyarakat umum masih belum lengkap. Oleh karena itu dibutuhkan permintaan data ke instansi-instansi terkait agar data yang digunakan lebih akurat dan bisa dipertanggungjawabkan. Data yang diminta seperti curah hujan, riwayat banjir, informasi sungai, dan data spasial.

- Kajian Literatur

Pengumpulan data berupa kajian literatur bisa didapatkan dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, dan peraturan-peraturan. Kajian literatur diperlukan sebagai landasan berpikir dan dasar penentuan analisis. Literatur-literatur yang digunakan sesuai dengan ruang lingkup materi seperti pembahasan mengenai DAS, penutup lahan, bencana banjir bandang, dan hidrologi

1.7.4 Tabel Kebutuhan Data

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini terdapat dalam berbagai bentuk sehingga perlu dikelompokkan agar mudah mengidentifikasinya. Tabel kebutuhan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

TABEL 0.1
KEBUTUHAN DATA

No	Nama Data	Bentuk Data	Tahun	Tujuan	Sumber Data
1	Citra Satelit Landsat TM 4-5, Landsat 7 ETM, dan Landsat 8 OLI/TIRS	Spasial	2000, 2008, 2012, 2016	Membuat analisis perubahan tutupan lahan	USGS
2	Citra DEM/SRTM	Spasial	Terbaru	Membuat analisis Hidrologi Sungai dan permodelan banjir	CGIAR-CSI
3	<i>Shapefile</i> Kota Padang	Spasial	Terbaru	Membuat profil wilayah studi, dan analisis rawan bencana	BAPPEDA Kota Padang Dinas Kehutanan Kota Padang Dinas PU
4	Data Curah Hujan Harian, debit sungai, profil sungai	Dokumen	2000-2016	Membuat analisis hidrologi sungai dan permodelan banjir	DPSDA, Dinas Kehutanan, Balai Besar Wilayah Sungai, BMKG, Dinas PU

No	Nama Data	Bentuk Data	Tahun	Tujuan	Sumber Data
5	Foto dan Titik Sampel	Dokumentasi	Terbaru	Validasi Data	Survey Primer

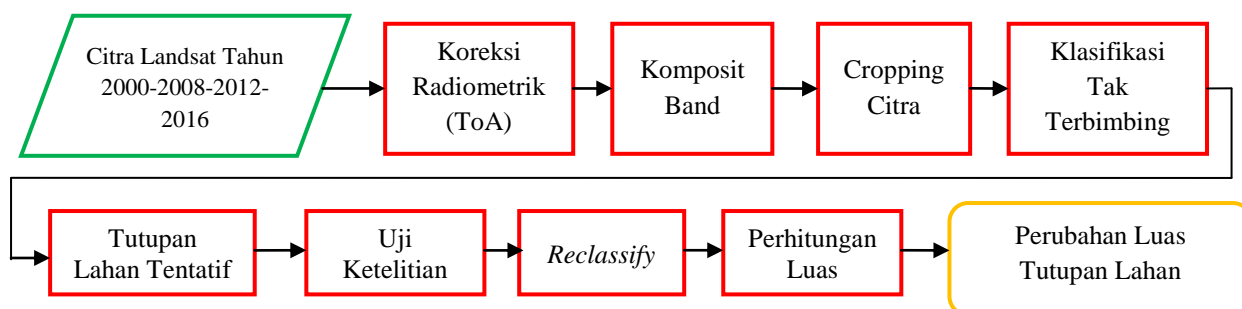
Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2017

1.7.5 Teknik Analisis

Metode analisis data untuk penelitian ini lebih banyak menggunakan pendekatan kuantitatif karena lebih banyak menggunakan data-data numerik, walaupun juga terdapat pendekatan kualitatif. Analisis yang dilakukan terbagi ke dalam tiga bagian utama yaitu analisis citra satelit Landsat untuk mengetahui perubahan luas tutupan lahan, analisis hidrologi Sungai Batang Kuranji lewat penampang sungai dan data curah hujan untuk prediksi genangan banjir, dan analisis potensi kebencanaan untuk penentuan kawasan rawan banjir bandang.

A. Klasifikasi Tutupan Lahan Melalui Citra Satelit

Langkah pertama yang dilakukan dalam analisis citra satelit adalah melakukan klasifikasi citra untuk mendapatkan data kelas tutupan lahan tentatif. Citra satelit Landsat yang digunakan adalah citra satelit Landsat 5 TM tahun 2000 dan 2008, Landsat 7 ETM tahun 2012, dan Landsat 8 OLI/TIRS tahun 2016. Tujuannya adalah untuk melihat perubahan lahan yang terjadi di kawasan DAS Batang Kuranji tersebut. Perubahan lahan diketahui melalui proses klasifikasi tak terbimbing terhadap dua citra tersebut menggunakan software ErMapper. Kemudian dihitung luas dari masing-masing kelas lahan yang telah ditentukan untuk mengetahui tingkat perubahannya sehingga dapat diketahui dibagian mana perubahan fungsi lahan ini terjadi. Ini akan menjadi salah satu dasar untuk menentukan faktor penentu dari bencana banjir bandang dan perhitungan debit banjir rencana. Untuk gambaran proses yang dilakukan secara lebih jelas dapat dilihat pada diagram berikut.



Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2017

GAMBAR 1.3
DIAGRAM ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN

- Koreksi Radiometrik (ToA)

Sebelum citra digunakan, proses yang pertama dilakukan adalah koreksi terhadap data citra. Salah satunya adalah koreksi radiometrik. Menurut Mukhaiyar (2010), koreksi radiometrik dilakukan untuk menghilangkan distorsi radiometrik pada citra. Distorsi radiometrik adalah kesalahan yang terjadi pada nilai intensitas piksel yang tercatat, hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang terjadi pada saat proses pengambilan data, pengiriman data, dan perekaman data. Salah satu koreksi radiometrik yang digunakan adalah koreksi ToA (Top of Atmosphere). Koreksi ini bertujuan untuk memperbaiki nilai intensitas piksel akibat variasi sudut penyinaran matahari saat melakukan perekaman (Indrianingrum, 2014). Apabila dilakukan koreksi, nilai pantulan objek yang ada pada wilayah dan waktu perekaman yang berbeda akan menjadi sama sehingga saat digabung (mosaik) objek tersebut memiliki nilai pantulan dan kecerahan yang hampir sama. Pada koreksi ini digunakan beberapa rumus yang nantinya dimasukkan pada software pengolah sehingga dapat meningkatkan kualitas citra yang digunakan.

- Komposit Band

Komposit band adalah sebuah cara menggabungkan beberapa band citra menjadi satu yang berdampak pada berubahnya tampilan dari citra tersebut. Komposit band lazim dilakukan dalam pengolahan citra Landsat. Setiap band memiliki fungsi tersendiri sehingga proses penggabungan band ini akan menghasilkan informasi yang berbeda pula. Misal band 4 yang sering digunakan sebagai indikator penentu vegetasi. Komposit band 4,3,2 pada Landsat 8 akan menghasilkan warna *true-color*, berbeda dengan Landsat sebelumnya yang warna *true-color* dihasilkan lewat penggabungan band 3,2,1. Selain itu, komposit band juga mempermudah peneliti dalam menentukan kelas tutupan lahan dikarenakan tampilan visual yang sudah disesuaikan dengan kebutuhan.

- *Cropping*

Cropping atau pemotongan citra merupakan langkah untuk mengambil sebagian tampilan citra sesuai dengan kebutuhan pengguna. Citra satelit yang didapatkan biasanya tersedia dalam bidang-bidang tertentu yang seringkali tidak sesuai dengan luas wilayah penelitian. Untuk memfokuskan penelitian dan mempermudah analisis, pemotongan citra ini perlu dilakukan dengan menggunakan acuan lain seperti batas administrasi suatu daerah.

- Klasifikasi Tak Terbimbing (*Unsupervised*)

Klasifikasi tutupan lahan dan klasifikasi penggunaan lahan digunakan sebagai pedoman atau acuan dalam proses interpretasi citra penginderaan jauh untuk tujuan pembuatan peta tutupan lahan maupun peta penggunaan lahan. Menurut Indarto dan

Faisol (2009), klasifikasi tidak terbimbing merupakan proses pengelompokan piksel-piksel pada citra menjadi beberapa kelas menggunakan analisa cluster. Pada dasarnya, konsep klasifikasi tak terbimbing menyerahkan pengklasifikasian data raster kepada komputer berdasarkan nilai digital yang ada. Pengguna hanya melakukan input data dan menentukan nilai iterasi maksimal, jumlah kelas, dan standar deviasi. Nilai-nilai piksel akan dikelompokkan hingga membentuk citra baru yang ditampilkan dalam gradasi warna. Setelah proses pengklasifikasian oleh komputer selesai barulah pengguna bisa menentukan tutupan lahan dari masing-masing kelas dengan melihat tampilan visual dari citra satelit tersebut. Data tutupan lahan tersebut masih berupa data tentatif yang perlu di uji ketelitiannya. Kelas tutupan lahan yang nantinya akan digunakan mengacu kepada klasifikasi berdasarkan SNI, Malingreau, dan USGS yang nantinya dimodifikasi. Rencana kelas tutupan lahan yang dipakai nantinya adalah tubuh air, permukiman, lahan terbangun non-permukiman, hutan, kebun, tegalan/semak, sawah, dan tanah kosong. Tujuannya agar bisa disesuaikan juga untuk koefisien *run-off* dan penentuan daerah rawan banjir.

B. Identifikasi Data Perubahan Tutupan Lahan

Proses identifikasi data perubahan tutupan lahan dilakukan untuk memastikan apakah klasifikasi citra yang dilakukan tepat dengan kondisi di lapangan. Setelah data yang dihasilkan benar-benar akurat, barulah data tersebut bisa digunakan untuk keperluan selanjutnya.

- Uji Ketelitian

Data tutupan lahan tentatif harus dilakukan pengujian akurasi di lapangan karena bisa saja terjadi kesalahan saat melakukan penentuan kelas lewat software ErMapper. Menurut Purwadhi (2001), uji ketelitian perlu dilakukan karena mempengaruhi besarnya kepercayaan terhadap jensi data maupun metode analisisnya. Menurut Sutanto (1986) dalam Taufiqurrahman (2009), tahapan yang dilakukan saat uji ketelitian adalah dengan pengecekan lapangan dari tiap kelas tutupan lahan Uji ketelitian dilakukan berdasarkan tahun tutupan lahan dan kelasnya. Dalam penelitian kali ini diambil 10 titik sampel per kelas tutupan lahan untuk tiap tahun yang tersebar di lima kecamatan yang berada di DAS Batang Kuranji. Kurang lebih terdapat 70 titik sampel untuk satu tahun. Rumus untuk menghitung besar akurasi dari hasil klasifikasi adalah sebagai berikut.

$$TingkatKetelitian = \frac{Jumlah\ sampel\ yang\ benar}{Jumlah\ Semua\ Sampel} \times 100\%$$

.....Sutanto (1986) dalam Taufiqurrahman (2009)

- Reklasifikasi

Reklasifikasi adalah cara untuk menggabungkan jumlah kelas yang telah ditentukan lewat klasifikasi tak terbimbing sehingga jumlah hasil klasifikasi yang sebelumnya bisa dikurangi jumlahnya. Hal ini juga bertujuan untuk memudahkan dan memfokuskan

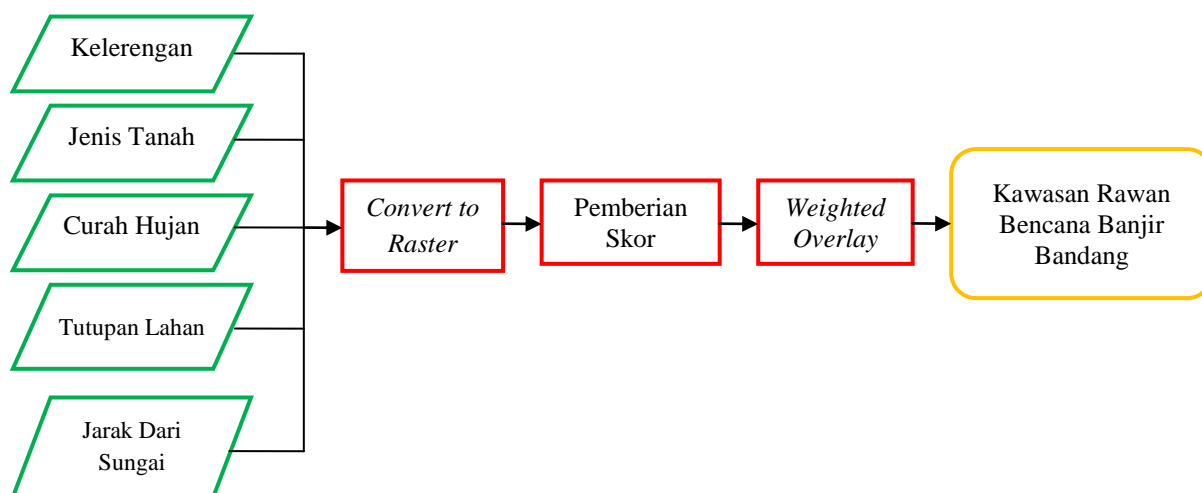
penentuan kelas tutupan lahan. Proses reklasifikasi dapat menggunakan algoritma yang dimasukkan ke dalam aplikasi pengolah citra. Hasil reklasifikasi inilah yang nanti dipakai untuk perhitungan luas.

- Perhitungan luas kelas tutupan lahan

Perhitungan luas dilakukan dengan menghitung luas dari masing-masing piksel penyusun kelas tutupan lahan. Proses perhitungan diserahkan kepada sistem/komputer hingga akan ditampilkan output dari perhitungan tersebut. Langkah ini bisa dilakukan dengan mengolah data raster secara langsung di software ErMapper atau mengubah data raster tersebut ke data vektor terlebih dahulu kemudian baru menghitung luasnya di ArcGIS.

C. Analisis Potensi Kebencanaan

Kemudian analisis berikutnya adalah analisis potensi kebencanaan di sepanjang kawasan DAS Batang Kuranji untuk penentuan kawasan rawan banjir bandang. Analisis potensi kebencanaan ini menyoroti faktor-faktor penyebab dari banjir bandang itu sendiri seperti karakteristik tanah, kelerengan, curah hujan, dan aktivitas manusia di sepanjang DAS. Data-data berupa data spasial dari masing-masing faktor kemudian diolah lewat metode skoring untuk setiap komponen dari masing-masing data menggunakan software ArcGIS untuk mengetahui potensi kebencanaan di DAS Batang Kuranji. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penentuan kawasan rawan banjir bandang dapat dilihat pada diagram alir berikut.



Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2017

GAMBAR 1.4
DIAGRAM ALIR PENENTUAN KAWASAN POTENSI RAWAN BENCANA BANDANG

- Konversi Data

Tahap konversi data merupakan tahapan yang dilakukan untuk mengubah tipe suatu data menjadi tipe data lain. Pada penelitian kali ini, data yang digunakan untuk

melakukan analisis rawan bencana banjir adalah tipe data raster. Proses dilakukan dengan mengubah tipe data *shapefile* masing-masing faktor melalui Conversion Tools di ArcGIS dengan pilihan *Convert to Raster*.

- Pemberian Skor

Pemberian skor merupakan proses untuk menentukan seberapa besar kontribusi atribut dari masing-masing faktor terhadap penentuan lokasi rawan banjir. Untuk pemberian skor disesuaikan dengan kondisi fisik DAS Batang Kuranji dan menggunakan asumsi jika aspek yang paling berpengaruh diberikan skor tertinggi. Adapun tabel skor untuk setiap variabel yang digunakan adalah sebagai berikut.

TABEL 0.2
SKOR JENIS TANAH DAS BATANG KURANJI

Jenis Tanah	Permeabilitas	Skor
Regosol	Tinggi	1
Andosol	Tinggi	1
Latosol	Tinggi	2
Tanah Glei	Rendah	3
Aluvial	Rendah	4

Sumber: Soepraptohardjo (1961) dalam Lestari (2008) dengan modifikasi

TABEL 0.3
SKOR KELERENGAN DAS BATANG KURANJI

Tingkat Kelerengan	Skor
<8%	5
8 – 15 %	4
16 – 25	3
26 – 45	2
>45%	1

Sumber: Paimin, dkk (2009)

TABEL 0.4
SKOR TINGKAT CURAH HUJAN DAS BATANG KURANJI

Tingkat Curah Hujan (mm/tahun)	Skor
3000 – 3500 mm	1
3500 – 4000 mm	2
4000 – 4500 mm	3
4500 – 5000 mm	4
>5000 mm	5

Sumber: Ritonga (2011) dengan modifikasi

TABEL 0.5
SKOR JARAK DARI SUNGAI BATANG KURANJI

Jarak	Keterangan	Skor
0-100 m	Sangat Rawan	5
100-200 m	Rawan	4
200-300 m	Agak Rawan	3
300- 400 m	Aman	2
>400 m	Sangat Aman	1

Sumber: Hidayani (2015) dengan Modifikasi

TABEL 0.6
SKOR TUTUPAN LAHAN DAS BATANG KURANJI

Jenis Tutupan Lahan	Skor
Permukiman	5
Lahan Terbangun Non-Permukiman	5
Sawah	4
Tegalan/Semak	3
Tanah Kosong	2
Kebun	2
Hutan	1
Tubuh Air	1

Sumber: Badan Informasi Geospasial (2015) dengan Modifikasi

- *Weighted Overlay*

Weighted overlay merupakan salah satu operasi spasial dalam SIG yang umum digunakan untuk penilaian terhadap suatu kawasan berdasarkan faktor-faktor tertentu. Operasi ini adalah bagian dari metode *overlay* (tumpang tindih) data berbasis raster. Semua data shapefile yang sudah dikonversi menjadi raster diolah dengan tools *Weighted Overlay* dalam *Spatial Analyst Tools*. Atribut-atribut yang terdapat di dalam data kemudian diberikan bobot-bobot menurut kriteria yang ada. Selanjutnya software akan mengolah data dan memberikan keluaran berupa lokasi-lokasi rawan banjir bandang. Berikut adalah tabel proporsi bobot untuk setiap variabel yang digunakan.

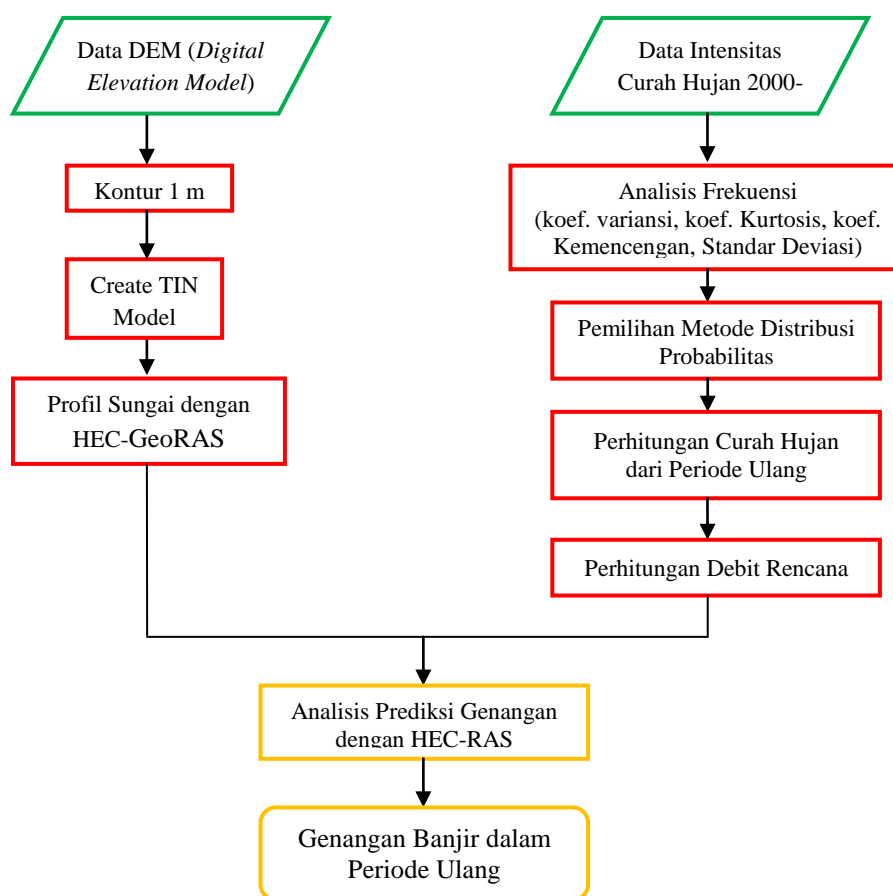
TABEL 0.7
PEMBOBOTAN VARIABEL

Variabel	Bobot
Jenis Tanah	10%
Tutupan Lahan	20%
Kelerengan	30%
Jarak dari Sungai	20%
Curah Hujan	20%
Total	100%

Sumber: Hidayani (2015) dengan modifikas

D. Analisis Hidrologi Sungai

Analisis selanjutnya adalah analisis hidrologi sungai. Untuk analisis ini objek yang diteliti adalah profil sungai Batang Kuranji. Tujuannya adalah untuk membuat prediksi genangan sehingga dapat diketahui batas aman untuk melakukan pembangunan di pinggir sungai di masa mendatang. Analisis menggunakan software HEC-RAS dan ekstensi HEC-GeoRAS pada ArcGIS yang didesain khusus untuk menganalisis sistem sungai. Data yang dibutuhkan antara lain data DEM (Digital Elevation Model) untuk mendapatkan data geometri sungai sehingga dapat diketahui bagaimana bentuk penampangnya dan kemudian data perhitungan debit rencana. Hasil akhir yang diharapkan adalah pemodelan genangan banjir untuk setiap periode ulang yang diinginkan. Berikut adalah diagram alir dari proses analisis hidrologi sungai.



Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2017

GAMBAR 1.5
DIAGRAM ALIR ANALISIS HIDROLOGI SUNGAI

- Pembuatan Profil Sungai

Pembuatan profil sungai bertujuan untuk melihat kondisi fisik sungai tersebut seperti penampang, arah aliran, saluran utama sungai, bantaran, hingga genangan. Data yang digunakan adalah data DEM yang bisa didapatkan secara gratis. Dari data ini kemudian

diolah untuk mengambil data kontur sungai (batimetri sungai). Selanjutnya kontur digunakan untuk membuat tampilan tiga dimensi dari sungai menggunakan *3D Analyst Tools* di ArcGIS.

HEC-GeoRAS merupakan ekstensi tambahan pada ArcGIS yang bisa digunakan untuk membuat data profil sungai sebelum diolah pada software HEC-RAS. Lewat HEC-GeoRAS dapat dibuat data jalur sungai utama (*channel*), pinggiran (*banks*), data *cross-section*, koefisien Manning, ketinggian, hingga arah aliran air, dengan acuan tampilan tiga dimensi tadi. Selanjutnya data-data inilah yang nantinya digunakan untuk bahan perhitungan di software HEC-RAS.

- Perhitungan Curah Hujan Rencana dan Periode Ulang

Perhitungan curah hujan rencana merupakan salah satu hal yang perlu dilakukan sebelum menghitung debit. Data yang digunakan adalah data curah hujan maksimum per tahun yang diambil dari tahun 2000 hingga tahun 2016. Selanjutnya dilakukan analisis frekuensi terhadap data curah hujan tersebut seperti perhitungan standar deviasi, koefisien kemencengan, koefisien kurtosis, koefisien variasi dan selanjutnya pengujian distribusi probabilitas sesuai dengan kriteria yang ada. Setelah jenis distribusi yang cocok telah terpilih, barulah dihitung curah hujan untuk periode 2, 5, dan 10 tahun.

- Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit rencana dilakukan dengan menggunakan metode rasional. Metode rasional salah satu merupakan metode yang sering digunakan untuk perhitungan debit. Rumus dari metode rasional adalah

$$Q = 0,278.C.I.A \dots\dots\dots(Asdak, 2014)$$

Perhitungan debit dilakukan untuk tiap-tiap periode ulang dengan memperhatikan koefisien air larian (C) masing-masing tipe tutupan lahan dan intensitas hujan karena akan mempengaruhi hasil debit rencana. Untuk data luas tutupan lahan yang digunakan untuk perhitungan koefisien limpasan DAS didapatkan dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode peramalan trendline menggunakan data luas tahun 2000, 2008, 2012, dan 2016. Setiap kelas tutupan lahan diuji untuk mendapatkan tipe trendline yang paling cocok dengan melihat hasil *R-Square*. Kemudian baru dihitung luas untuk setiap periode ulang dengan menggunakan persamaan dari tipe trendline yang terpilih. Adapun batas tahun yang dipakai adalah untuk periode ulang 2 tahun, periode ulang 5 tahun, dan periode ulang 10 tahun.

TABEL 0.8
NILAI KOEFISIEN LIMPASAN

Jenis Lahan	Nilai Koefisien C	Jenis Lahan	Nilai Koefisien C
Perkantoran		Tanah Lapang	
Daerah Pusat Kota Daerah Sekitar Kota	0,70 – 0,95 0,50 - 0,70	Berpasir , datar 2% Berpasir, agak rata 2-7% Berpasir, miring 7% Tanah besar, datar, 2% Tanah Berat, agak rata, 2-7% Tanah Berat, miring, 7%	0,05–0,10 0,10–0,15 0,15-0,20 0,13-0,17 0,18-0,22 0,25-0,35
Perumahan		Tanah Pertanian 0-30%	
Rumah tunggal Rumah susun, terpisah Rumah susun, bersambung Pinggiran kota	0,30–0,50 0,40-0,60 0,60-0,75 0,25-0,40	Tanah Kosong Rata Tanah Kosong Kasar Ladang (Tanah berat, non vegetasi) Ladang (Tanah berat, bervegetasi) Ladang (berpasir, non vegetasi) Ladang (berpasir, bervegetasi) Padang Rumput (tanah berat) Padang Rumput (berpasir) Hutan/bervegetasi	0,30-0,60 0,20-0,50 0,30-0,60 0,20-0,50 0,20-0,25 0,10-0,25 0,15-0,45 0,05-0,25 0,05-0,25
Daerah Industri		Tanah Tidak Produktif >30%	
Kurang padat industri Padat industri	0,50-0,80 0,60-0,90	Rata, kedap air Kasar	0,70-0,90 0,50-0,70
Taman Kuburan	0,10-0,25	Tempat Bermain	0,20-0,35
Daerah Stasiun KA	0,20-0,40	Trotoar	0,75-0,85
Jalan Raya		Daerah tidak berkembang	
Beraspal Berbeton Berbata bata	0,70-0,95 0,80-0,95 0,70-0,85		

Sumber: U.S Forest Service, 1981 dalam Asdak, 2014

- **Prediksi Genangan Banjir**

Setelah semua perhitungan dilakukan barulah data-data dimasukkan ke dalam HEC-RAS. Pada HEC-RAS, dilakukan pembuatan model prediksi banjir dengan menggabungkan data profil sungai yang telah dibuat dengan ekstensi HEC-GeoRAS dengan hasil perhitungan debit banjir rencana sesuai periode ulang. Hasil analisis dari HEC-RAS berupa ketinggian debit banjir sesuai dengan perhitungan sebelumnya. Agar dapat dibuat visualisasi yang lebih jelas, data dipindahkan lagi ke ArcGIS untuk diolah dalam tampilan tiga dimensi.

E. Analisis Hubungan Perubahan Penutupan Lahan dengan Prediksi Genangan Banjir

Banjir yang terjadi di DAS Batang Kuranji terjadi berulang kali dan tahun terakhir terjadinya banjir bandang (tahun 2012) tercatat sebagai salah satu yang terbesar. Oleh karena itu perlu diketahui bagaimana hubungan antara perubahan tutupan lahan dengan prediksi genangan banjir dengan melihat pengaruhnya. Dalam rumus rasional dapat diketahui bahwa debit berbanding lurus dengan tutupan lahan dan curah hujan. Tutupan lahan berpengaruh terhadap nilai koefisien-run off sehingga akan mempengaruhi debit. Intensitas curah hujan juga ikut memiliki peran. Jika tutupan lahan terbangun semakin meningkat maka debit yang dihasilkan akan semakin besar pula. Untuk menentukan luas tutupan lahan di masa yang akan datang, digunakan asumsi dari data perubahan tutupan lahan tahun-tahun sebelumnya.

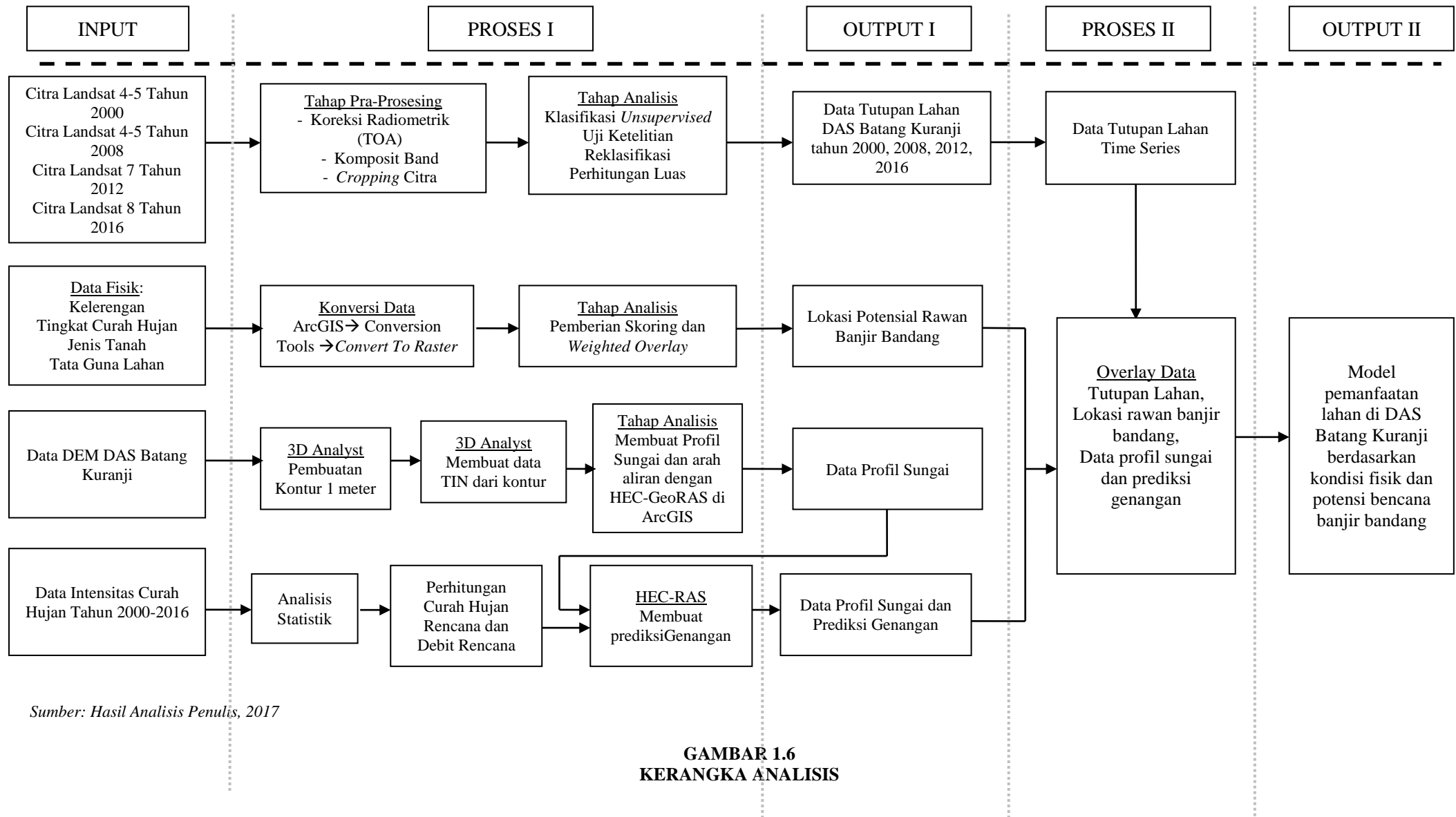
F. Pembuatan Model Hubungan Perubahan Penutupan Lahan dengan Hasil Perhitungan Prediksi Genangan Banjir

Model hubungan pemanfaatan lahan ini dibuat menggunakan software ArcGIS dengan memanfaatkan fitur 3D yang terdapat di dalamnya (ArcScene). Hasil analisis yang telah dilakukan di HEC-RAS nantinya akan dipindahkan lagi ke ArcGIS hingga didapatkan data dalam bentuk raster. Daerah prediksi genangan banjir dari masing-masing periode ulang nantinya di-*overlay* dengan data yang ada seperti data TIN, data citra satelit, atau dengan data tutupan lahan kawasan DAS Batang Kuranji. Selanjutnya ditampilkan dalam tampilan 3 dimensi agar lebih jelas sejauh mana genangan tersebut akan mempengaruhi aktivitas manusia di DAS tersebut. Hubungan antara perubahan tutupan lahan dengan perhitungan prediksi genangan ini akan terlihat pada hasil pemodelan yang memperlihatkan perubahan debit dan luas genangan dari masing-masing periode ulang serta melakukan perbandingan dengan batas daerah rawan banjir bandang yang telah ditentukan sebelumnya.

G. Uji Validasi

Uji validasi merupakan uji ketepatan model yang digunakan dalam penelitian. Semua hasil perhitungan terkait prediksi banjir dalam kurun waktu 2,5, dan 10 tahun digabungkan dengan hasil penentuan kawasan rawan banjir bandang dan hasil analisis perubahan tutupan lahan. Apabila hasil analisis perubahan tutupan lahan dan perhitungan debit banjir yang diolah lewat HEC-RAS berhimpitan dengan hasil penentuan kawasan rawan banjir bandang, maka dapat disimpulkan model mampu menggambarkan bahwa perubahan tutupan lahan mempengaruhi peningkatan debit banjir bandang dan memberikan ancaman bagi kawasan yang dilaluinya. Selain itu uji validasi juga dilakukan dengan melihat kondisi lapangan pada area sekitar model yang dibuat serta dapat membuktikan teori-teori dan asumsi yang ditetapkan.

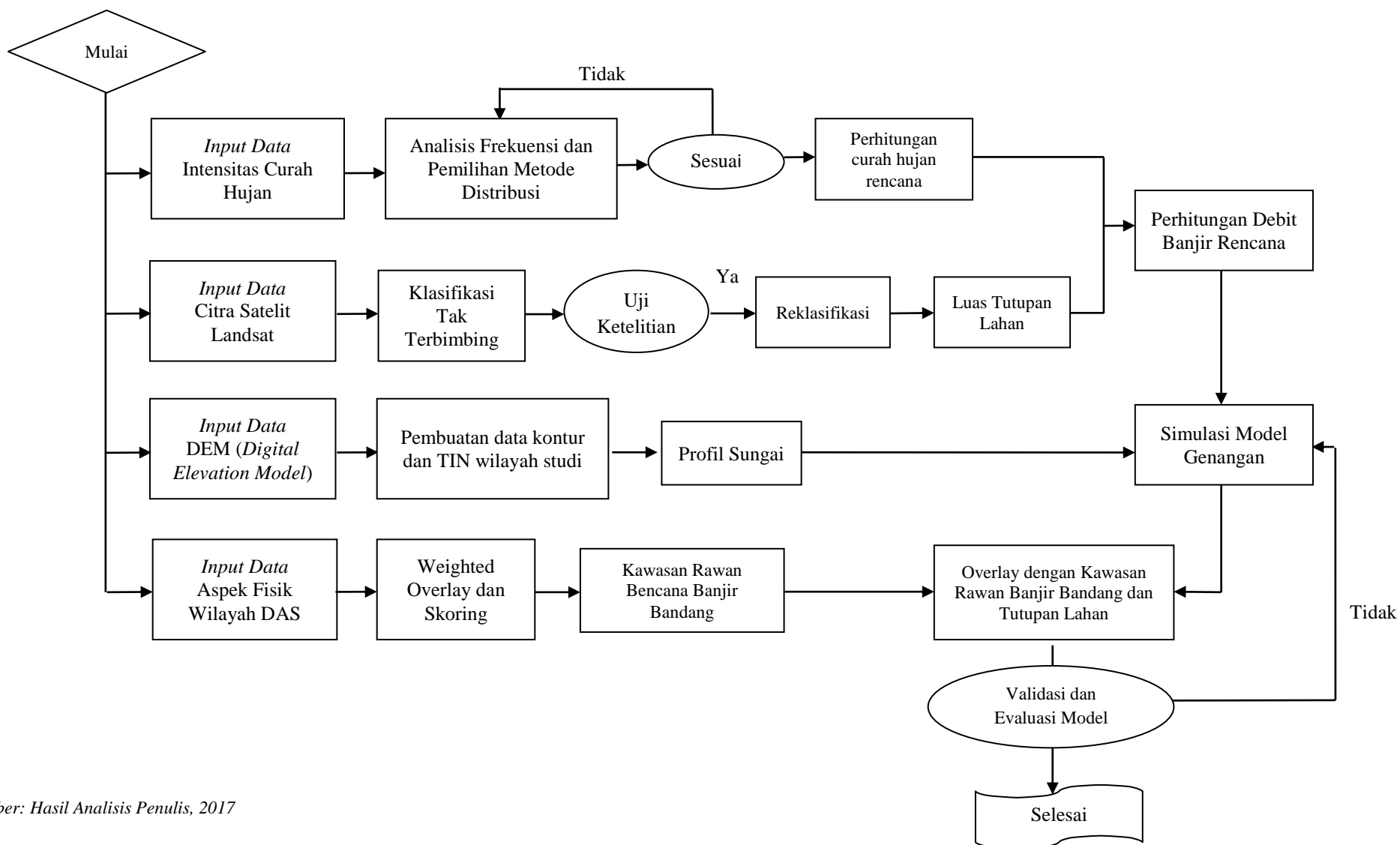
1.7.6 Kerangka Analisis



Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2017

GAMBAR 1.6
KERANGKA ANALISIS

1.7.7 Skema Pembuatan Model



Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2017

GAMBAR 1.7
SKEMA PEMBUATAN MODEL

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan berisikan urutan bahasan yang ditulis dalam penyusunan tugas akhir ini. Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab I ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan sasaran penelitian, manfaat, keaslian penelitian, kerangka pikir, metode penelitian, serta sistematika penulisan. Isi dari bab I ini merupakan titik awal atau dasar ide dari penelitian dalam tugas akhir ini.

BAB II PEMODELAN HUBUNGAN TUTUPAN LAHAN DENGAN POTENSI BANJIR BANDANG

Bab II berisikan kajian mengenai teori-teori yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini. Teori-teori yang ada menjadi dasar untuk melakukan analisis. Kajian yang diangkat antara lain mengenai karakteristik DAS, siklus hidrologi, bencana banjir, mitigasi bencana, serta penggunaan sistem informasi geografis, penginderaan jauh, dan HEC-RAS dalam analisis.

BAB III GAMBARAN UMUM

Bab III berisikan informasi mengenai gambaran umum wilayah studi yaitu DAS Batang Kuranji di Kota Padang, Sumatera Barat. Gambaran umum yang ditampilkan terkait informasi mengenai batas wilayah, kondisi fisik, kondisi geologi, kondisi penduduk sepanjang DAS, dan informasi penataan ruang di sepanjang DAS Batang Kuranji.

BAB IV ANALISIS HUBUNGAN PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DENGAN POTENSI BANJIR BANDANG

Bab IV berisikan hasil dan pembahasan mengenai analisis-analisis yang telah dilakukan. Analisis yang disajikan antara lain mengenai perubahan tutupan lahan DAS, analisis daerah rawan bencana, analisis hidrologi, pembuatan model, dan uji validasi

BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Bab V berisikan kesimpulan dan rekomendasi dari semua penelitian. Rekomendasi yang dibuat juga penelitian selanjutnya.